

## 初等教育へのプログラミング導入と問題点

## - 最近の動向 -

## Introduction of Programming to Primary Education and some Problems

## - Recent Trends -

立田 ルミ<sup>\*1</sup>

Lumi Tatsuta

Email: tatsuta@dokkyo.ac.jp

本稿では、2020年度の学習指導要領改訂に伴って、小学校でプログラミング教育を行うことが決定し、どのようにプログラミング教育を行うのかについて研究結果を例に挙げて報告する。文部科学省のカリキュラムガイドラインで初めて、小学校レベルでプログラミング教育が行われる。小学校の低学年では、一人の先生が複数の科目を教えることが多いが、その先生がプログラミング教育を行うことになると、先生の負担が大きくなる。どのような形でプログラミング教育が可能かについて、実践研究を調査した結果について述べる。

In this paper, following the revision of the guidelines for educational guidance in fiscal 2020, we decided to conduct programming education at elementary school and report on the results of research on how to conduct programming education. This time for the first time in the curriculum guidelines of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, programming education will be done at elementary school level. In the lower grades of elementary school, one teacher taught more than one subject, but when the teacher carries out programming education, the burden on the teacher becomes big. I will describe the result of investigating practical research about what kind of programming education is possible.

---

\*1: 獨協大学情報学研究所客員研究員  
獨協大学経済学部経営学科

## 1. はじめに

2020 年度の学習指導要領改訂に伴って、小学校でプログラミング教育を行うことが決まった。小学校でプログラミング教育を行うのは、今回が初めてである。小学校の低学年では、一人の先生が複数の科目を教えることが多いが、その先生がプログラミング教育を行うことになる、先生の負担が大きくなる。どのような形でプログラミング教育が可能かについて、実践研究を調査した結果について述べる。

### 1.1 アメリカにおける STEM 教育

アメリカでは、オバマ大統領の時代に STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)がアメリカ経済を今後も大きく成長していく中で重要な分野だと考えられ、STEM が推進された。1990 年代にアメリカ国立科学財団 (NSF)が提唱し、インターネットが普及している。イリノイ大学の先生で NSF の資金を得て研究しているプロジェクトにも参加させていただいた。<sup>(1)</sup>

STEM 教育はオバマ大統領が一般教書演説等で優先課題として取り上げたことが広まるきっかけとなった。次の四つの理数系の教育に力を入れることで、科学技術及びビジネス分野で国際競争力を発揮できると考えられ、世界における科学技術の優位性を保ちつつ、それを維持していくための国家的戦略である。

- (1) 2020 年までに初等、中等教育の優れた STEM 分野の教師を 10 万人養成する。また、現在の STEM 教員を支援する。
  - (2) 初年次から高校卒業までの間で STEM 分野の経験を持つ若者を毎年 50 パーセント増加させる。
  - (3) 大学生については、今後 10 年間で STEM 分野の卒業生を 100 万人増加させる。
  - (4) 今後 10 年間で、これまであまり STEM と関係していなかった層から STEM に関する学位を取得する学生数を増加させる。また女性の参加を促進する。これらの目標を達成させるために、年間 30 億ドルの予算が投じられた。
- 日本の情報科学教育に関しては、アメリカの出した政策や ACM(Association for Computing Machinery)の出したカリキュラムに準ずるところが大きい。<sup>(2)</sup>

## 2. プログラミング教育の導入

プログラミング教育を行うためには、何等かのプログラム言語が必要となる。また、そのプログラミング教育を行うための環境が必要となる。また、初心者用のプログラミング言語として、どのようなものを選択するのが適切なのかを実践する必要性もある。現在では、簡易言語としてブラウザで利用できるプログラミング言語が開発されつつある状況である。また、単にプログラムを作成するだけでなく、センサーと組み合わせで何かを動かしたりできるようなものもある。

本論文では、実践した研究結果例を交えてどのような方向になるのかについて述べる。

### 2.1 小学校におけるパソコンの導入状況

『総合的な学習の時間』がカリキュラムの中に入っ

た平成 10(1998)年頃から小学校にパソコンが導入された。その後、パソコンがインターネット接続されるようになった。小学校・中学校・高等学校の前年度の調査は、毎年 3 月に文部科学省によって行われ、10 月に公表されている。<sup>(3)</sup>

インターネット接続状況については、平成 28 (2016) 年の文部科学省の調査結果を表 1 に示す。

表 1 平成 28 年度小学校におけるインターネット接続  
文部科学省調査結果より作成

小学校数 (校)		20,020
光ファイバ接続	光ファイバ接続(校)	7,413
	割合(%)	37.0%
	光ファイバ専用回線	9,476
	接続(校)	
	(%)	47.3%
	合計	16,889
	割合	84.4%

ここで、「光ファイバ接続」は民間通信会社による光ファイバサービスを示し、「光ファイバ専用回線」は行政・一般企業向きの光ファイバ専用回線を示している。

家庭での利用については、平成 21 (2009) 年の調査の段階で、小学校 6 年生の約 9 割がインターネットを利用し、利用開始時期の 1 位は小学校 1 年生となっている。<sup>(4)</sup>

筆者らが獨協大学で調査した結果でも、表 2 のような結果が得られている。<sup>(5)</sup>

表 2 コンピュータ利用開始時期 n=924

回答数	割合	選択肢
498	53.9%	高校入学以前に学校で
267	28.9%	高校入学以前に学校以外で
137	14.8%	高校入学以降に学校で
23	2.5%	高校入学以降に学校以外で
18	1.9%	これまで使っていない

### 2.2 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方

小学校におけるプログラミング教育の在り方については、文部科学省の「小学校における論理的思考や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議で平成 28 年 6 月 16 日に議論のとりまとめが公表されたことにより、具体的なものとなった。<sup>(3)</sup>これを受けて、小学校の指導要領が公表されている。そこには、「3) コンピュータ等や教材・教具の活用、コンピュータの基本的な操作やプログラミングの体験 (第 1 章第 3 の 1 の (3) として、次のようなことが書かれている。

- 情報活用能力の育成を図るため、各学校において、

コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ること。

- 各種の統計資料や新聞、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること。
- 各教科等の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施すること。

ア 児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得するための学習活動

イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動

### 2.3 未来の学びコンソーシアム

指導要領が出されたことにより、省庁や学会でいろいろな動きが出てきている。平成 29 年（2017 年）3 月 9 日には、文部科学省、総務省、経済産業省が一体となって「未来の学びコンソーシアム」が設立された。その時の設立総会では、文部科学省・総務省・経済産業省からの挨拶に引き続き、このプロジェクトに賛同した企業の挨拶があった。その後、「未来の学びコンソーシアム」の概要説明と次期学習指導要領を踏まえた教育の情報化の説明があった。

トークセッションでは、実際に小学校でどのようにプログラミング教育を行うのかについて、企業と連携してプログラミング教育のための教員研修の実施予定が戸田市から報告された。また、現在小・中学校の系統的な視点からプログラミング教育を行っている相模原市総合学習センターからの報告があった。渋谷区教育委員会からは、小学校でプログラミング教育を先行実施している例として、児童の提案により防災マップをプログラミングで作成したものが報告された。

「未来の学びコンソーシアム」の設立総会后、web ページが公開されている。<sup>(4)</sup>

## 3. プログラミング言語

小学校におけるプログラミング教育を実際に行うには、前述のようにパソコンとインターネットの環境はほぼ整っている状況である。このような状況で、小学校の 3-4 年生からプログラミング教育を行うには、どのようなプログラミング言語を考えればよいのであろうか。これに対し、情報処理学会と CEIC(コンピュータ利用教育学会)では次のような取り組みを行っている。

### 3.1 Scratch

ここでは、よく使われている Scratch について述べる。

Scratch は、MIT (Massachusetts Institute of Technology) のメディアラボが開発した言語で、現在のバージョンは 2.4.2 となっている。ダウンロードして無料で利用するため、利用が広がっている。現在はダウンロードしないで、ブラウザ対応のものも開発されている。Scratch はオブジェクト指向言語となっており、対象となるオブジェクト(初期段階では猫が設定されているが、設定された猫の色を変えることもできるようにな

っている。また、1つのオブジェクトだけではなく、複数のオブジェクトを画面に登場させることも可能で、各オブジェクトに対して命令(タイル形式)することが可能になっている。

命令が複雑になれば、いろいろなプログラムを作成することが可能になるが、目的は小・中学生対象なので簡単な命令を組み合わせるようになっている。<sup>(4)</sup>

図 1 に、テストとして作成した画面を表示する。



図 1 Scratch の画面例(筆者作成)

図 1 の、右下のオブジェクト(スプライト)に対し、どのような動きや音をつけるかによって左上を選択し、その後左下にあるタイルを選ぶことによりプログラムを作成できる。変数や配列を使えるのと、背景やスプライトを自分で作成したものにもできるようになっている。これらの機能を使って、ゲームなども作成されており、出来たプログラムを共有できる形になっている。

### 3.2 ドリトル

ドリトルは現在大阪工業大学の兼宗教授が開発されたもので、キャラクターとして亀が使われている。

2017 年 7 月現在、ダウンロード版がバージョン 3.10 で、オンライン版(BitArrow)も利用できる。これを利用するための授業用資料もすべて無料である。また、授業用テキストは安価で日本文教出版から出版されている。<sup>(5)</sup>

ドリトルの画面例を図 2 に示す。

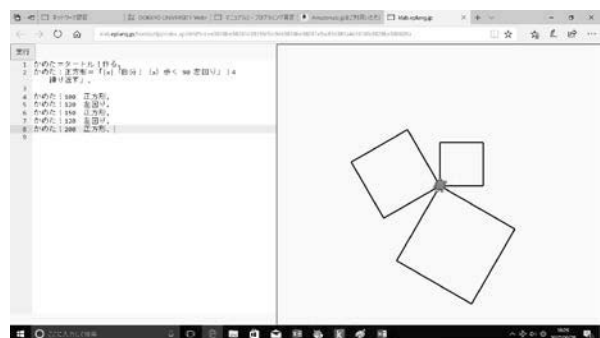


図 2 ドリトルの例(筆者作成)

ドリトルはタイル型ではなく、簡単な日本語を使って

命令するようになっている。そのため、何等かの形で文字を入れる必要があるのも、最初に利用できる学年に限られる。しかし、自分で命令を入力することで命令によってコンピュータが動作することが確認できるというメリットもある。

#### 4. 学会における取組

小学校にプログラミング教育が導入されることとなり、学会ではいろいろな取り組みをしている。ここでは、情報処理学会と CIEC の取り組みについて述べる。

##### 4.1 情報処理学会における取組

筆者が役員をしている情報処理学会では、小学校におけるプログラミング教育については、早くから取り組んでいる。

2016 年 8 月に行われた SSS(Summer Symposium in Sinhakadate) 2016 では、Year of Code を用いて小学校でプログラミング教育をした実践研究が報告されている。<sup>(3)</sup>

また、2017 年 8 月に行われた SSS2017 でも後述のような研究発表が行われた。

小学校のプログラミング教育については、今まで総合的な教育の時間で大学と共同研究という形で実施されている場合がいくつか見られるが、小学校の先生が直接教えている訳ではない。あるいは、プログラミングの経験のある教員が課外活動の一環として教えていたり、夏休みの集中講座として外部講師によって教えられていたりする。

原田らの研究<sup>(4)</sup>では、公立の小学校の課外活動としてプログラミング教育がおこなわれており、言語は Viscuit と呼ばれる言語である。Viscuit は、プログラミングで遊ぶという概念を基に、NTT コミュニケーション科学研究所で Web アプリケーションソフトウェアとして開発された言語である。<sup>(16)</sup>これを使ってアニメーション、ゲーム、動く絵本などをプログラミングして簡単に作成できるようになっている。また、この言語はレベル別にプログラムを作成できるようになっているので、大人が教えることなく小学校 1 年生から 6 年生まで利用していることが報告されている。

また、第 138 回コンピュータと教育研究会では、「小学生を対象としたプログラミング教育指導者育成方法とその評価」という研究が行われている。このように、教育指導者育成についての研究も行われるようになった。

また、SSS2017 では大学の研究者と小学校の先生と共同研究である「小学校でプログラミングを通して論理的思考を育む—「ルビィの冒険」実践プロジェクト—」の研究発表があった。ここで利用されている本は、フィンランドのプログラマーであるリンダ・リウカスが書いた本で、少女が不思議の世界を旅しながらプログラミングの体験をする絵本である。小学校低学年と思われる子どもが、電車の中で熱心に読んでいた本でもある。

この実践研究では、3 つの小学校で実際にプログラミングを行うのではなく、アンプラグドを用いてプログラミングの考え方を学ばせるものである。<sup>(11)</sup>

小学校教員である竹林芳法の“教科内で「プログラミングで学ぶ」教材案の紹介と作成デモ”では、漢字を書くプログラミングを pyonkee という Scratch に似た言語で作成させることにより、漢字の書き方が定着することを実証している。また、前述の Viscuit という Scratch に似た言語でインド式の掛け算プログラムを作らせることで、インド式掛け算の方法を定着させるという実験を行っている。<sup>(12)</sup>

上出吉則らの“プログラミングの算数数学教育での効果と検証-生徒の作成した Scratch プログラム教材を授業で活かす-”では、表題のように Scratch を数学の教育に生かし、その有効性を探るものである。小学校においては、図形の学習に有効であるので、対象となる学年を決め、地域などと連携し指導内容や計画を実施する必要があると論じられている。<sup>(13)</sup>このように、各教科の中でプログラミングをさせ、その教科内容を定着させるような教材が作成されつつある。

上記のように、実際に子どもたちに使わせてみた結果について、研究会で報告されている。

##### 4.2 CIEC における取組

筆者が研究会委員をしている CIEC(コンピュータ利用学会)では、小・中学校・高等学校部会があり、この部会では外部から講師を招いてワークショップを行っている。

第 111 回研究会のテーマは、“Chibi:bit を使って考えるプログラミング教育～英国で 100 万人の子どものに無料配布される教材をどう使うか～”であり、日本マイクロソフト(品川グランドセントラルタワー)で開催された。マイクロソフトを含めた企業が資金提供して、Microbit 社が Chibi:bit を作って英国の小学生に無料で使わせている。<sup>(14)</sup>プログラムは Scratch と同じような言語である。それを日本の小学校でどのように使うことができるかの可能性を考える機会を持つための研究会であった。図 3 に Chibi:bit を示す。Chibi:bit をパソコンと接続し、プログラムはパソコンで作成し、それを Chibi:bit に書き込み、パソコンと切り離して単体で動かせるようになっている。



図3 Chibi:bit

図3の真ん中がディスプレイになっていて、5ドット×5ドットの文字として1文字表示することができ

る。また、単音をスピーカーに接続して出力できるし、通信もできるようになっている。Microsoft 社で研究会と同じ日に、小学校の先生対象に Chibi:bit 講習会が行われていた。

筆者は大学でのプログラミング教育の経験は長いが、小学校、中学校でプログラミング教育を行った経験はない。しかし、子どもに対してどのようなプログラミング言語で行おうとしているのかに興味を持ち、研究会に参加して実際にプログラミングを行い、Chibi:bit を無料で獲得することができた。これは、プログラミングによりハードウェアをコントロールできることを教育するものである。

英国では、1995 年に IT が初等・中等教育で必修科目として設置され、1999 年に ICT という用語を使うようになり、その後 2013 年から Computing という科目で、アルゴリズムやプログラミング教育を行ってきている。2016 年には BBC が 7 年生対象者全員に図 4 のような micor.bit を配布した。<sup>(14)</sup>

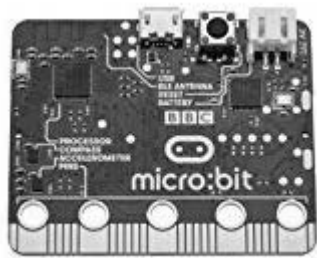


図 4 micor.bit

図 3 と図 4 から分かるように、ディスプレイの部分は異なるが、他は同じような機能をもっており、Chibi:bit は microbit と互換性がある。

## 5. おわりに

小学校におけるプログラミング教育はこれから始まろうとしている。まだまだ実験段階ではあるが、今後いろいろな試行があり、教材が開発されることにより、定着してくるであろう。しかし、小学校の教員の負担が大きいため、サポート体制が重要となる。今後どのようなサポートをするかは、各地域の教育委員会に委ねられるところが多いが、企業や学会が現在もサポートしつつあるので、徐々にではあるが小学校におけるプログラミング教育が広がってくるだろう。

## 謝辞

本研究の一部は、情報科学研究所研究助成によるものである。

## 参考文献

- (1) Lumi Tatsuta: Development of a Courseware to Teach Japanese Arts and Culture at the University of Illinois, 獨協経済, 第 61 号, pp195-219(1995.3)  
立田ルミ、鈴木淳・堀江郁美・黄海湘“新入生の情報学基礎の状況と情報環境”, 2017PC Conference 論文集, pp.359-362 (2017)

- (2) 立田ルミ: “Computer Science Curricula 2013 と今後の情報教育について”, 情報学研究第 6 号, pp75-79(2017.2)
- (3) 小学校におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ): 文部科学省小学校における論理的思考や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議
- (4) 小学生のインターネット利用に関する調査結果: NTT レゾナント株式会社・株式会社三菱総合研究所  
<http://research.nttcoms.com/database/data/001111/>(2017.9.1 参照)
- (5) 立田ルミ、鈴木淳、堀江郁美、黄海湘: “新入生の情報学基礎の状況と情報環境”, PCC2017 論文集, pp90-94(2017.8)
- (6) Scratch  
<http://www.mit.edu>(2017.9.2 参照)
- (7) ドリトル  
<http://dolittle.eplang.jp/>(2017.9.1 参照)
- (8) Viscuit  
<http://www.viscuit.com/>(2017.9.1 参照)
- (9) 未来の学びコンソーシアム  
<https://miraino-manabi.jp/>
- (10) 渡邊景子、利根川祐太、辰己丈夫、 “小学校でのクラブ活動における Hour of Code”, Journal Name, Vol. 1, pp.109-114(2016)
- (11) 原田康徳、勝沼奈緒美、久野靖, “公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育”, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.8, pp.1765-1777.(2016)
- (12) 兼宗進、小林祐紀、白井詩沙香、清水匠、片岡仁 “小学校でプログラミングを通して論理的思考を育む-「ルビィのぼうけん」実践プロジェクト-、情報教育シンポジウム 2017, pp188-189(2017.8)
- (13) 竹林芳法, “教科内で「プログラミングで学ぶ」教材案の紹介と作成デモ”, 情報教育シンポジウム 2017, pp221-224(2017.8)
- (14) 上出吉則、辰己丈夫、村上祐子 “プログラミングの算数数学教育での効果と検証-生徒の作成した Scratch プログラム教材を授業で活かす-”, 情報教育シンポジウム 2017, pp238-246(2017.8)
- (15) Microbit  
<http://microbit.org/>